

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-114629

(43)Date of publication of application : 07.05.1993

(51)Int.Cl. H01L 21/607

(21)Application number : 03-275147

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 23.10.1991

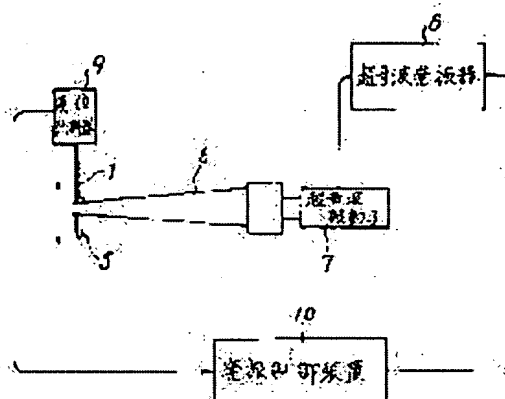
(72)Inventor : HORIBE YASUSHI  
KASHIBA YOSHIHIRO  
MORIYASU MASAHARU

## (54) WIRE BONDING METHOD AND DEVICE

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To obtain a wire bonding method capable of favorably connecting a metallic wire to an electrode without damaging the electrode and a semiconductor chip and to further provide a wire bonding device realizing this method.

**CONSTITUTION:** In a wire bonding method for connecting an electrode on a semiconductor chip to a metallic wire 1 formed with a ball part at a tip thereof using a capillary chip 5 and by an ultrasonic vibration, when connecting strength between the electrode and the metallic wire becomes substantially half thereof, or after the transformation amount of the ball is saturated, amplitude of the ultrasonic vibration to be supplied to the capillary chip is reduced. The embodiment has a detector 9 for detecting a displacement in the pressure loading direction of the capillary chip or a detector for detecting an ultrasonic vibration condition of the capillary chip, and a controller 10 for changing amplitude of the ultrasonic vibration based on a signal derived from the detector.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁(J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-114629

(43)公開日 平成5年(1993)5月7日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

H 0 1 L 21/607

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

B 6918-4M

C 6918-4M

審査請求 未請求 請求項の数2(全 9 頁)

(21)出願番号

特願平3-275147

(22)出願日

平成3年(1991)10月23日

(71)出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72)発明者 堀部 裕史

尼崎市塚口本町8丁目1番1号 三菱電機

株式会社生産技術研究所内

(72)発明者 加柴 良裕

尼崎市塚口本町8丁目1番1号 三菱電機

株式会社生産技術研究所内

(72)発明者 森安 雅治

尼崎市塚口本町8丁目1番1号 三菱電機

株式会社生産技術研究所内

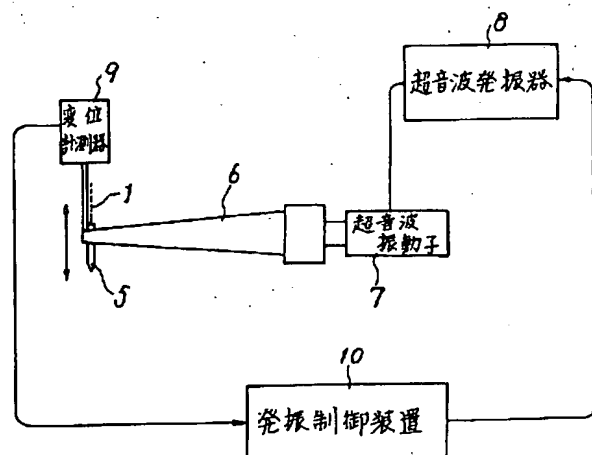
(74)代理人 弁理士 高田 守 (外1名)

(54)【発明の名称】 ワイヤボンディング方法及び装置

(57)【要約】

【目的】 電極及び半導体チップが損傷を受けることなく、金属ワイヤと電極とを良好に接合できるワイヤボンディング方法を得ることを目的としており、さらにこの方法を実現するワイヤボンディング装置を提供することを目的とする。

【構成】 半導体チップ上の電極に、先端にボール部を形成した金属ワイヤ1をキャピラリチップ5を用いかつ超音波振動で接合させるワイヤボンディング方法において、上記電極と金属ワイヤの接合強度が飽和強度のほぼ半分になった時または上記ボールの変形量飽和時以降に上記キャピラリチップに与える超音波振動の振幅を低減させるものであり、具体的には、キャピラリチップの押圧荷重付与方向の変位を検出する検出装置9または上記キャピラリチップの超音波振動状態を検出する検出装置と、上記検出装置からの信号に基づいて超音波振動の振幅を変化させる制御装置10とを備えたものである。



1: 金属ワイヤ

5: キャピラリチップ

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体チップ上の電極に、先端にボール部を形成した金属ワイヤをキャピラリチップを用い、かつ超音波振動で接合させるワイヤボンディング方法において、上記電極と金属ワイヤの接合強度が飽和強度のほぼ半分になった時または上記ボールの変形量飽和時以降に上記キャピラリチップに与える超音波振動の振幅を低減させることを特徴とするワイヤボンディング方法。

【請求項2】 先端にボール部を形成した金属ワイヤが挿通されるキャピラリチップを有し、このキャピラリチップにより上記金属ワイヤを半導体チップ上の電極に押圧すると共に超音波振動させて上記電極に上記金属ワイヤを接合するワイヤボンディング装置において、上記キャピラリチップの押圧荷重付与方向の変位を検出する検出装置または上記キャピラリチップの超音波振動状態を検出する検出装置と、上記検出装置からの信号に基づいて超音波振動の振幅を変化させる制御装置とを備えたことを特徴とするワイヤボンディング装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、ICやトランジスタなどの製造工程において金属ワイヤを電極に接続するワイヤボンディング方法および装置に関して、特にボールボンディング方法および装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 図8(a)～(c)は従来のワイヤボンディング方法を工程順に模式的に示したものである。図において、1は金属ワイヤ、1aは金属ワイヤ1の先端に形成されたボール部、2は半導体チップ、3は半導体チップ2上に形成されたアルミ電極、4はリード、5はキャピラリチップである。

【0003】 従来のワイヤボンディング方法では、金属ワイヤ1の先端をアーク加熱で溶融させ、これを凝固させてボール部1aを形成し、このボール部1aをアルミ電極3にキャピラリチップ5を用いてボールボンディングする。また金属ワイヤ1の接合には主として超音波併用熱圧着方式が用いられており、そのなかでも特に特願昭60-278645号明細書においては、銅のような硬い材料のワイヤを用いるボンディング方法に関して、超音波振動の振幅をボンディング時前半は小さく、後半は大きく設定することによって良好に接合することができると示されている。

【0004】 図9は従来のワイヤボンディング装置を示したものである。図において、6はホーン、7は超音波振動子、8は超音波発振器である。

【0005】 従来のワイヤボンディング装置では、超音波発振器8で予め設定した電圧値により超音波振動子7に超音波振動を発生させ、この超音波振動の振幅をホーン6を介してキャピラリチップ5に伝え、前記超音波振動のエネルギーを金属ワイヤ5に与えて接合を達成する。

なお、このときエネルギーとして半導体チップ（図示せず）の下からホットプレートなどによって熱エネルギーも併用するのが通常である。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】 従来の半導体チップにおいては電極3材料として純Al膜が使用されているが、微細配線を行った時に強度の低下を招かないように、最近では純Al膜に銅などの元素を添加したAl-Si-Cu膜等のアルミ合金が電極材料として使用され始めており、ボンディング性の低下が大きな問題となっている。

【0007】 ここで、微細配線を行うために、電極材料を純Al膜からAl-Si-Cu膜に代える場合の例について考える。金属ワイヤ1を電極3薄膜にボンディングする場合、良好な接合状態を得るためには材料表面の酸化被膜等の吸着物を十分に破壊、除去すること、及び接合界面における材料の塑性変形により、酸化被膜破壊後の新生面同士の接触面積を拡大することがきわめて重要である。このため、電極3の膜が軟らかく、また電極薄膜表面の酸化被膜は薄いことが望ましい。ところが、Al-Si-Cu膜は従来の純Al膜に比べて硬く、また腐食を防ぐ観点から酸化被膜で厚く被覆する必要がある、従来の方法で接合しようするとボンディング性が悪いという問題が生じ、この問題を解決するため超音波振動の振幅を増大させると、図10に示されるように電極3の一部3aが接合部周囲に排斥されて、ボール部1aが半導体チップ2に当り、電極3及び半導体チップ2が損傷を受ける。

【0008】 また前記の、超音波振動の振幅をボンディング前半に小さく、後半に大きく設定する方法は金属ワイヤ1が硬い場合には有効であるが、現在問題となっている電極材料の硬化等による接合性低下に対しては効果がない。

【0009】 この発明は、以上のような問題点を鑑み、電極3及び半導体チップ2が損傷を受けることなく、金属ワイヤ1と電極3とを良好に接合できるワイヤボンディング方法を得ることを目的としており、さらにこの方法を実現するワイヤボンディング装置を提供することを目的とする。

## 【0010】

【課題を解決するための手段】 この発明に係るワイヤボンディング方法は、電極と金属ワイヤの接合強度が飽和強度のほぼ半分になった時またはボールの変形量飽和時以降にキャピラリチップに与える超音波振動の振幅を低減させるものである。

【0011】 また、上記方法を実現するためのワイヤボンディング装置は、キャピラリチップの押圧荷重付与方向の変位を検出する検出装置または上記キャピラリチップの超音波振動状態を検出する検出装置と、上記検出装置からの信号に基づいて超音波振動の振幅を変化させる

3

制御装置とを備えたものである。

【0012】

【作用】この発明におけるワイヤボンディング方法によれば、電極と金属ワイヤの接合強度が飽和強度のほぼ半分になった時またはボールの変形量飽和時以降にキャピラリチップに与える超音波振動の振幅を低減させるので、酸化被膜の破壊や接触面積の拡大等のボンディング過程の各段階において適したエネルギーを与えることができ、電極及び半導体チップに損傷を与えることなく、金属ワイヤと電極とを安定に接合することができる。

【0013】また、金属ボールの変形量が飽和に達する時点は接合強度が飽和強度の約半分になる時点、すなわち超音波振動の振幅の必要量が減少する時点と一致するので、金属ボールの変形量すなわち具体的にはキャピラリチップの押圧荷重付与方向の変位を観測することにより超音波振動の振幅を変化させる時点に関する時間情報を得ることができる。さらに、接合強度が飽和強度の約半分になった時金属ボールと電極との凝着面積が拡大し始め、キャピラリチップの超音波振動の減少が観測されるので、これを検出してもよい。

【0014】

【実施例】実施例1. 以下、本発明の一実施例を図について説明する。本実施例の方法では、図1に示すように、キャピラリチップ5を貫通した金ワイヤ1の先端部にボール1aが形成されると、このボール1aをキャピラリチップ5で半導体チップ2上のA1-Si-Cu膜の電極3に押圧するとともに、超音波振動を印加し、A1-Si-Cu膜の電極3の排斥や半導体チップ2の損傷（クラック）を防ぎつつボンディングを達成する。

【0015】ここで、図4は超音波振幅がそれぞれ $A > A' > A''$ である一定の超音波振動を与えた場合の接合強度すなわちせん断強度の時間変化の詳細を検討したもので、接合の初期の段階には大きい超音波振動の振幅を加えると急激にせん断強度が向上しており（傾き $B > B' > B''$ ）、超音波振動は酸化被膜の破壊、除去を行って凝着を開始させることに効果的である。しかし、凝着が開始して接合強度が飽和強度の半分程度になる時点の後では、超音波振動の振幅の大小によらず金属ボールと電極との凝着面積の拡大が起こって接合強度の上昇過程はほぼ同様になり（傾き $C = C' = C''$ ）、接合過程の途中で超音波振動の振幅の必要量が減少している。

【0016】また、図5(a)(b)は超音波振幅がそれぞれ $A > A'$ である一定の超音波振動を与えた場合のそれぞれボール変形量および接合強度すなわちせん断強度の時間変化を示したもので、金属ボールの変形量例えばボールを上から見たときの面積（簡単には直径でも可）が飽和に達する時点 $t^1$ または $t^{1'}$ は接合強度が飽和強度の約半分になる時点、すなわち超音波振動の振幅の必要量が減少する時点と一致するので、金属ボールの変形量を観測することにより超音波振動の振幅を変化

4

させる時点に関する時間情報を得ることができる。

【0017】以上から超音波振動を接合に効果的に利用するには、まず超音波振動の働きが変化する時点を知ることが重要で、次にこの時間情報をもとに超音波振動の振幅を接合に必要な大きさに変化させなければならない。そこで図2に示すように、変位計測器9によりボールの変形量をキャピラリチップ5の押圧荷重付与方向の変位置として接触式で検出し、この情報に合わせて発振制御装置10により超音波振動の振幅を変化させる。

【0018】図6(a)(b)は本実施例におけるそれぞれキャピラリチップの高さすなわち押圧荷重付与方向の変位置および超音波振動の振幅と発振時間との関係を示している。変位置が飽和して凝着が開始する時点 $t^1$ までは振幅 $A^0$ の超音波振動を印加し、変位置が飽和したことを検出した後に超音波振動の振幅を $A^0$ から $A^1$ に減少させて時間 $t^3$ まで印加し、ボール1aと電極3との接合面積を増大させる。

【0019】以上のような本実施例の方法では、大きな超音波振動の振幅で金属ボール1aと電極3に変形を起こさせて凝着を効果的に開始させ、キャピラリチップ5の押圧荷重付与方向の変位置の飽和を検出した後には小さな超音波振動の振幅で凝着面積を拡大させることにより、一定の大きな超音波振動の振幅を印加する場合のように、電極3が排斥されるという現象は発生せず、電極3及び半導体チップ2に損傷を与えることなく、良好なボンディング特性を得ることができる。その結果、電極3として微細配線が可能な酸化被膜で被覆されたA1-Si-Cu膜の使用も可能となり、チップ2上の電極3との接合部の長期信頼性を向上できる。

【0020】図7に本実施例の結果の一例を従来例と比較して示すが、超音波振動の振幅変化は印加電圧を変化させることによって行っている。ここで、一定の超音波振動を印加する従来法においては必要強度を満足しようとするとチップ損傷（クラック）が発生するが、本方式を用いることによって良好な接合結果が得られる。また、接合結果のばらつきも少なく、より安定した結果が得られている。本実施例において必要強度を満足しながらチップ損傷を起こさないためのボール変形量飽和後の超音波振動の振幅は、例えば初期振幅（印加電圧3.6V）の約80～60%（印加電圧2.9V～2.2V）の範囲である。なお、超音波振動の印加電圧を変化させる時点は前述した、接合強度が飽和強度のほぼ半分になった時もしくはボール変形量飽和時が最も有効であり、この時期がずれると効果は急激に低減する。とくに、時期が前にずれると接合の安定性がなくなり、必要強度が得られないという問題が生じる。

【0021】実施例2. なお、上記実施例1では図2に示すようにキャピラリチップ5の荷重付与方向の変位置を接触式変位計測器9で検出して接合状態を監視しているが、検出装置を他の装置に変えることは可能である。

5

例えば、レーザ等を用いた非接触式変位計測器を使用することができる。

【0022】実施例3. また、接合状態の検出をキャピラリチップ5の超音波振動状態の観測によって行うこともできる。すなわち、接合状態に応じて超音波振動状態も変化し、接合強度が飽和強度のほぼ半分になったとき、金属ボールと電極との凝着面積が拡大し始めるので、超音波振幅の減少が観測される。この時、検出装置としては接触式変位計測器やレーザや光電素子、圧電素子等を用いた非接触式変位計測器を使用することができ

る。

【0023】実施例4. なお、上記実施例1におけるボンディング過程中の超音波振動の2段階変化に加えて、キャピラリチップの変位量が飽和したボンディング過程後半をさらに分割して超音波振動の振幅を減少させることにより、凝着面積拡大過程とその後の拡散過程にそれぞれ効果的に超音波振動を印加することができ、さらに良好な接合を行うこともできる。

【0024】実施例5. また、上記実施例4では、ボンディング過程に超音波振動の振幅を3段階に変化させているが、これを4段階以上にあるいは滑らかに変化させても良好な接合を行うことが可能である。

【0025】実施例6. 上記実施例1ないし5では接合状態の監視を行い、これから得られる情報に基づいて超音波振動を変化させているが、超音波振動の設定値を記憶する記憶装置を取り付けることにより、任意に選んだ数個のボンディング点に関してのみ接合状態の監視を行ってその時の設定値を記憶しておき、あるいはあらかじめ設定値を記憶させておき、残りのボンディング点には記憶した設定値のとおり超音波振動を与えることによって、実稼働時には複雑な装置構成を必要とせずに良好な接合が行える。

【0026】ところで上記説明では金ワイヤとAl-Si-Cu膜を用いた接合の場合について述べたが、従来のAl膜に比して酸化皮膜が厚い膜や硬質な膜など他の材料の組み合わせの接合である場合にも利用できることはいうまでもない。

【0027】

【発明の効果】以上のように、この発明によれば、電極と金属ワイヤの接合強度が飽和強度のほぼ半分になった時またはボールの変形量飽和時以降にキャピラリチップに与える超音波振動の振幅を低減させるので、電極及び

6

半導体チップが損傷を受けることなく、金属ワイヤと電極とを良好に接合でき、デバイス用の材料としては高性能であるがボンディング性は低い膜を純アルミ膜と同様に使用可能になるという効果がある。

【0028】また、キャピラリチップの押圧荷重付与方向の変位を検出する検出装置または上記キャピラリチップの超音波振動状態を検出する検出装置と、上記検出装置からの信号に基づいて超音波振動の振幅を変化させる制御装置とを備えることにより、上記方法を簡単に実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例によるワイヤボンディング方法の主要部を模式的に示す断面構成図である。

【図2】本発明の一実施例によるワイヤボンディング装置の主要部を示す構成図である。

【図3】本発明の一実施例によるボールボンディング状態を示す主要部の構成図である。

【図4】一定の超音波振動を与えた場合の接合強度の時間変化を示す特性図である。

【図5】一定の超音波振動を与えた場合のボール変形量と接合強度の時間変化の関係を示す特性図である。

【図6】本発明の一実施例に係わるキャピラリチップ高さ超音波振幅の時間変化の関係を示す特性図である。

【図7】本発明の一実施例と従来例の接合結果を比較する説明図である。

【図8】従来のワイヤボンディング方法を工程順に示す構成図である。

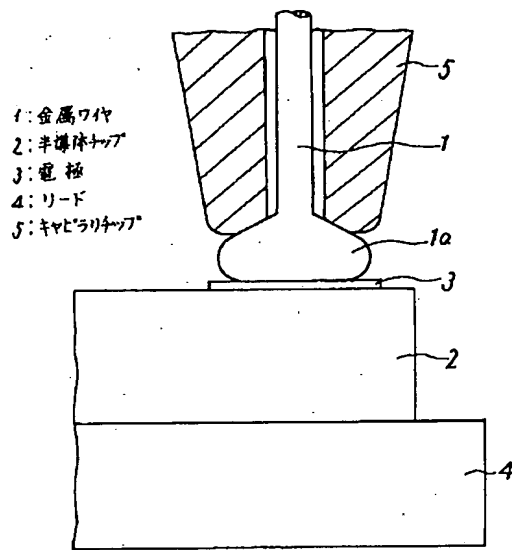
【図9】従来のワイヤボンディング装置の主要部の構成図である。

【図10】従来の問題点を説明するための要部拡大構成図である。

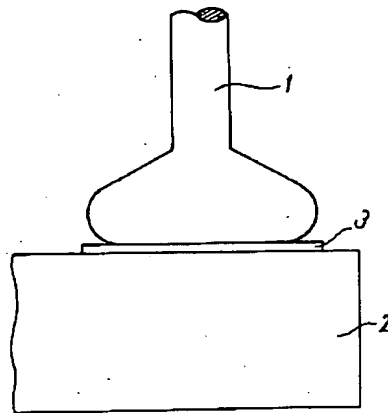
【符号の説明】

- 1 金属ワイヤ
- 1a ボール部
- 2 半導体チップ
- 3 電極
- 5 キャピラリチップ
- 7 超音波振動子
- 8 超音波発振器
- 9 変位計測器
- 10 発振制御装置

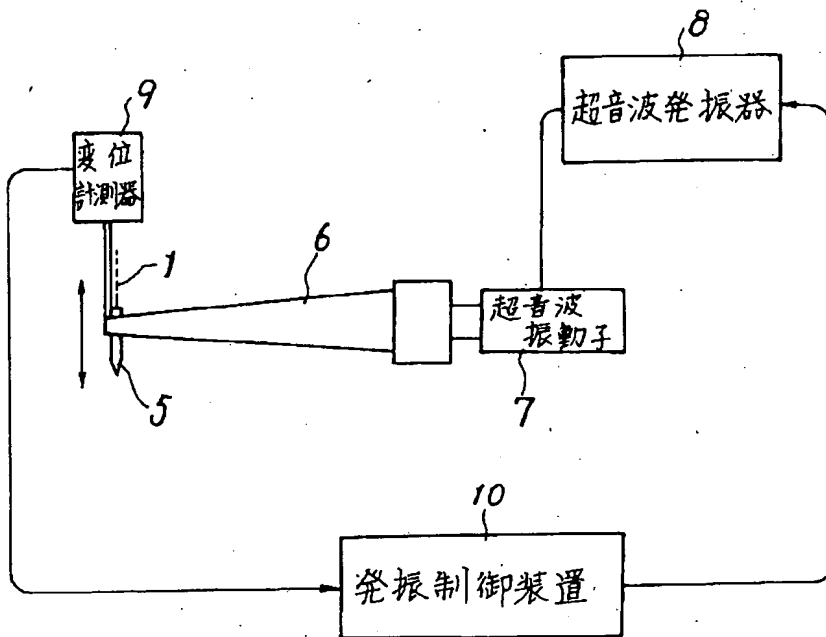
【図1】



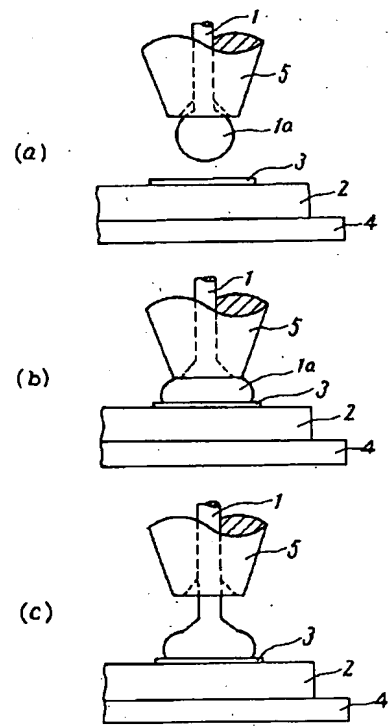
【図3】



【図2】

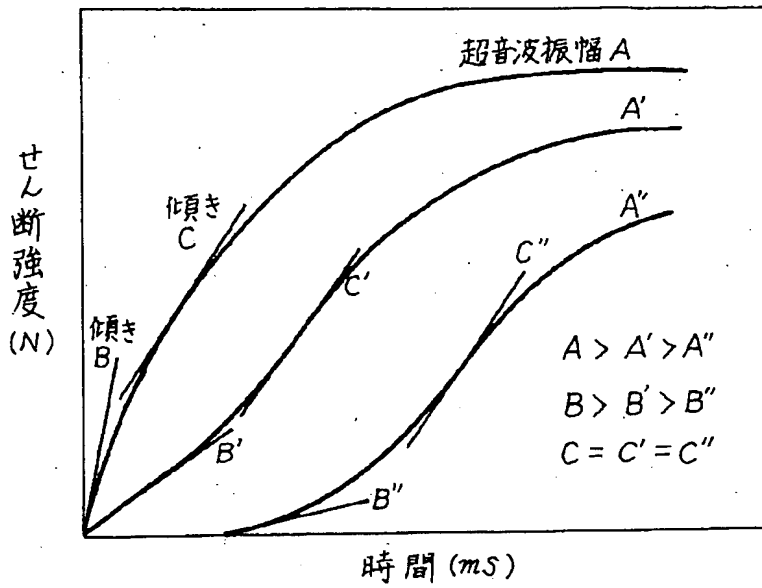


【図8】

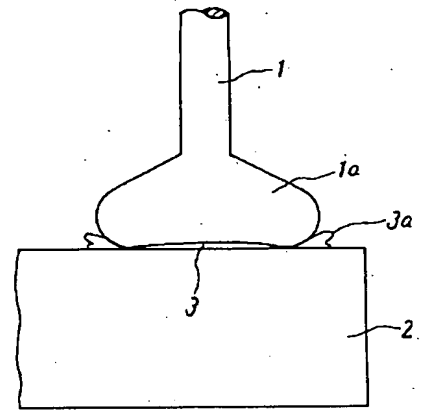


1: 金属ワイヤ.  
5: キャピラリチップ

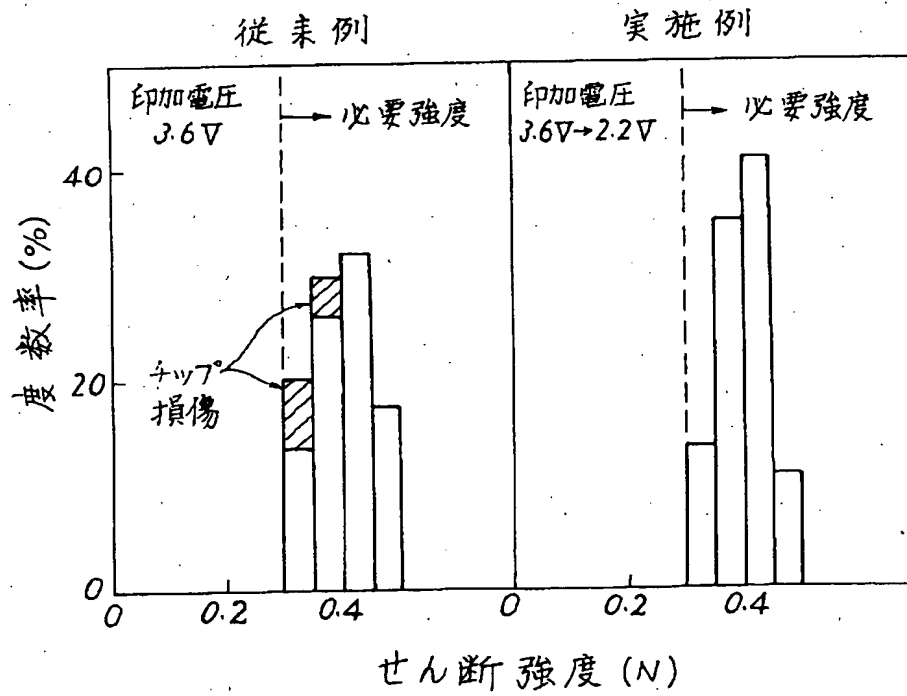
【図4】



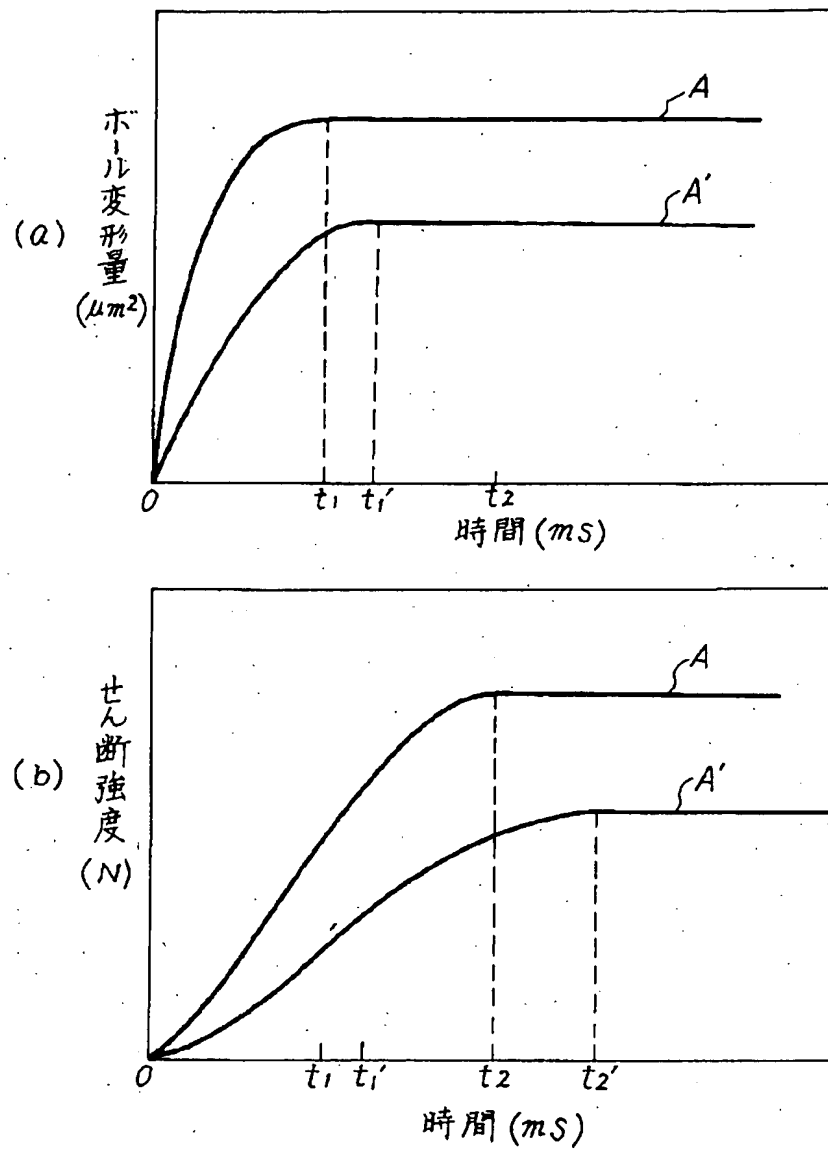
【図10】



【図7】

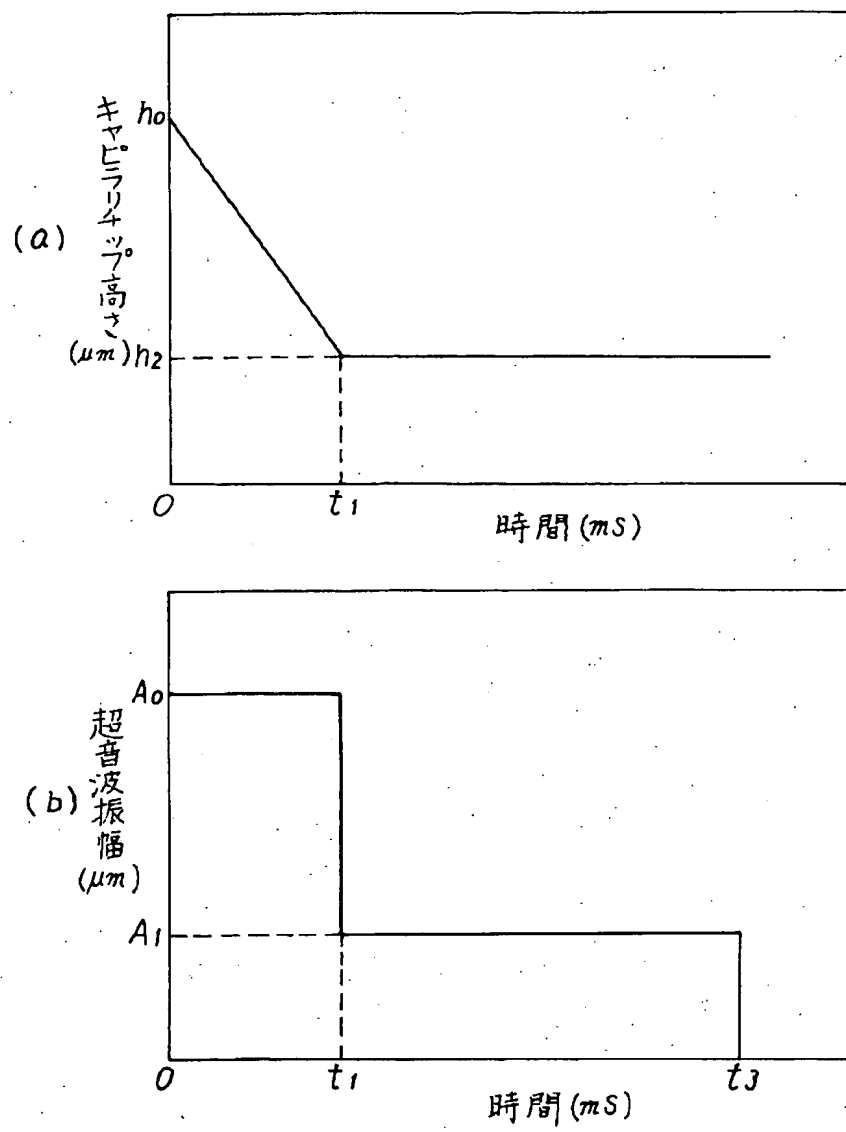


【図5】





【図6】



【図9】

